

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND



**DEUTSCHES
PATENTAMT**

⑫ Offenlegungsschrift
⑬ DE 4407116 A 1

⑤1 Int. Cl. 6;

G 04 C 11/02

H01 Q 7/00

// H01Q 7/08

(21) Aktenzeichen: P 44 07 116.7

(22) Anmeldedato: 4. 3. 94

43) Offenlegungstag: 14. 9. 95

⑦1 Anmelder:

Erich Lacher Uhrenfabrik GmbH & Co KG, 75179
Pforzheim, DE

74) Vertreter:

**Frank, G., Dipl.-Phys.; Reinhardt, H., Dipl.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 75172 Pforzheim**

⑦2 Erfinder:

Buck, Walter, Prof. Dr.-Ing., 61273 Wehrheim, DE

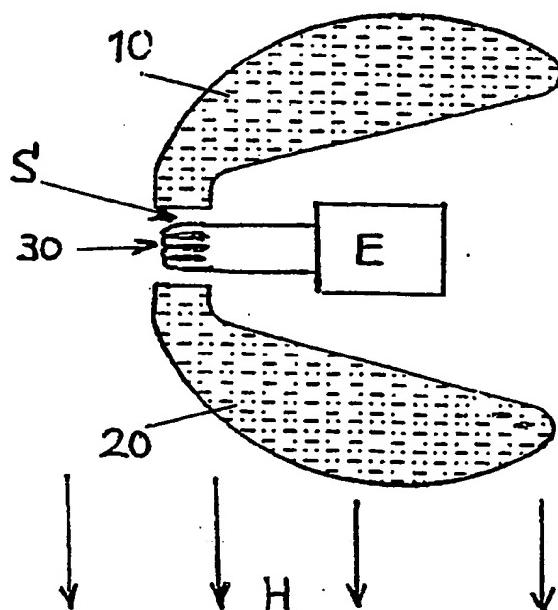
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Ferrit-Langwellenantenne

57 Eine Ferrit-Langwellenantenne zum Einbau in eine kleine Funkuhr weist mindestens zwei, im Gehäuse (40) der Funkuhr gehaltene Ferritkörper (10, 20) auf, die einen Spalt (S) mit erhöhter magnetischer Feldstärke (H) zwischen sich einschließen, in dem eine Spule (30) zur Einkoppelung des Antennensignals angeordnet ist, die mit einem Kondensator einen Empfangsschwingkreis (E) bildet.

Mit der Trennung der als Antenne wirkenden Ferritkörper, die konstruktiv Bestandteile des Uhrgehäuses sein können, von der Koppelspule des Empfangsschwingkreises, die zur elektronischen Eingangsstufe der Empfangsschaltung gehört, werden erhebliche fertigungstechnische Vorteile insfern erzielt, als daß beide Strukturen separat gefertigt und optimiert werden können. Beim Zusammenbau der Funkuhr können dann leistungsmäßige Optimierungen einfach dadurch erreicht werden, daß die Position der Koppelspule relativ zu den beiden Ferritkörpern geringfügig modifiziert wird.

Da mehrere Ferritkörper vorgesehen sind, besteht auch die Möglichkeit, unterschiedliche Materialien als Ferritmaterien einzusetzen, was zur Formung des magnetischen Nahfeldes der Antennenstruktur eingesetzt werden kann (Fig. 1).



Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 07. 95 508 037/52

Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Ferrit-Langwellenantenne zum Einbau in eine kleine Funkuhr, gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Eine derartige Langwellenantenne zeigt beispielsweise die DE 39 41 913 C1, wo gemäß dem allgemeinen Stand der Technik die Spule um einen Ferritkern gewickelt ist. In Anpassung an das Äußere der Uhr ist der Ferritkern in Richtung zu seinen Enden hin in Form von Kreis- oder Polygonsegmenten aufgeweitet, wobei der Ferritkern gleichzeitig Teile des Uhrgehäuses tragen kann oder als Konstruktionselement für die Leiterplatte zur Aufnahme der Empfangselektronik dient.

Eine vergleichbare Ausgestaltung zeigt die EP 0 382 130 A2, bei der ebenfalls der Ferritkern durch das Gehäuse selbst oder Teile des Gehäuses gebildet wird und die Spule um Teilbereiche dieses derart geformten Ferritkerns herumgewickelt ist.

Beiden genannten Lösungen ist gemeinsam, daß die dargestellten bzw. vorgeschlagenen Formgebungen für den Ferritkern zu Antennen-Nahfeldern führen, die das Uhrwerk und insbesondere die Elektronikbauteile der Funkuhr durchsetzen. Dies führt einerseits zu einer Dämpfung des Antennensignals, insbesondere wenn in der Regel nicht vermeidbare metallische Teile (Batterie, Motoren) in unmittelbarer Nähe des Ferritkerns sich befinden. Es ist auch nicht auszuschließen, daß bei hochempfindlichen Elektronikbestandteilen eine direkte Auswirkung des Antennen-Nahfeldes die korrekte Auswertung des empfangenen Signals beeinträchtigt oder verfälscht. Sollen solche Beeinträchtigungen minimiert werden, ist ein erhöhter elektronischer Aufwand erforderlich, der seinerseits zu erhöhtem Stromverbrauch führt und bei in der Regel durch die Gehäuseabmessungen beschränktem Raum für die einsetzbare Batterie die Betriebsdauer der Funkuhr ohne Batteriewechsel verringert.

Spezifisch auf die Form der jeweiligen Uhr angepaßte Lösungen, wie bei den beiden genannten Druckschriften vorgeschlagen, für den Ferritkern führen zu einer äußerst aufwendigen Herstellung, da der Ferritkern mit der Spule nicht nur konstruktiv, sondern auch fertigungsmäßig als Schnittstelle zwischen den Elektronikbauteilen einerseits (die beispielsweise auf einer Leiterplatte untergebracht sind) und den übrigen mechanisch-konstruktiven Uhrenbestandteilen zu sehen ist (wie beispielsweise Gehäuseteile, Motoren usw.).

Die individuelle Fertigung solcher Ferritkerne kann wegen der dem Uhrgehäuse oder Teilen davon nachempfundenen Form nur bedingt serienmäßig erfolgen, insbesondere müssen die Wicklungen der Spule aufwendig aufgebracht werden und dann die entsprechenden Verbindungen zu den Elektronikbauteilen im Uhrgehäuse hergestellt werden, was zu Überlappungen und Schwierigkeiten führt, da die Fertigung der Elektronikbauteile, zu der letztlich auch die Spule gehört, anders strukturiert ist als die konventionelle Fertigung des Uhrgehäuses mit den konstruktiv-tragenden Bauteilen und den Bauteilen zum Antrieb der Zeiger.

Die Herstellung von Uhren, wie sie in den genannten Patentschriften vorgeschlagen werden, ist daher mühsam und mit vielen Fehlerquellen behaftet.

Ist die Spule einmal an dem für sie vorgesehenen Platz auf dem Ferritkern aufgewickelt, bestehen in der Regel keine Möglichkeiten mehr, die Resonanzfrequenz des Schwingkreises durch Manipulation an der Spule abzugleichen oder zu justieren; hierzu wären dann Ein-

stellmöglichkeiten oder Eingriffe beispielsweise am Kondensator des Empfangsschwingkreises erforderlich, um durch geeignete Justierung eine optimale Anpassung zu erzielen. Derartige Vorgänge, sofern sie konstruktiv überhaupt durchführbar sind, würden folglich zusätzliche Abgleich- oder Justierelemente benötigen.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, die gattungsgemäße Langwellenantenne so weiterzubilden, daß die Fertigung der Funkuhr wesentlich vereinfacht wird.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe gemäß dem kennzeichnenden Teil des Patentanspruchs 1 gelöst.

Der Grundgedanke der Erfindung ist darin zu sehen, die als Antenne wirkenden Ferritkörper, die konstruktiv Bestandteile des Uhrgehäuses sein können, zu trennen von der Koppelpule des Empfangsschwingkreises, die ihrer Bestimmung und ihrer Funktion nach sinngemäß Bestandteil der Empfangsschaltung der Funkuhr ist, insofern, als sie sozusagen die "elektronische Eingangsstufe" der Empfangsschaltung darstellt.

Die räumliche Schnittstelle zwischen Koppelpule einerseits und Antennenstruktur (Ferritkörper) andererseits bringt erhebliche fertigungstechnische Vorteile insoweit, als beispielsweise die Antennenstruktur ohne Probleme bei der Herstellung des Uhrgehäuses eingebracht oder vorgesehen werden kann, wogegen die Koppelpule als Bestandteil einer Elektronikplatine oder Leiterplatte konzipiert sein kann, die ihrerseits separat (beispielsweise in einem getrennten Herstellerbetrieb) angefertigt und optimiert werden kann. Die räumliche Zuordnung dieser Komponenten kann in einfacher Weise so gestaltet werden, daß bei der Endmontage der Funkuhr die Koppelpule automatisch in den zwischen den beiden Ferritkörpern gebildeten Spalt erhöhter magnetischer Feldstärke eintaucht, wodurch dann auf zwanglose und einfachste Art und Weise die elektromagnetische Kopplung zwischen Antennenstruktur einerseits und Empfangsschaltung andererseits herstellbar ist.

Diese Konzeption ermöglicht es außerdem, gemäß einer Weiterbildung der erfindungsgemäßen Lösung die Position der Koppelpule im Gehäuse der Funkuhr (beispielsweise auf der Leiterplatte) relativ zu den beiden Ferritkörpern geringfügig zu modifizieren, so daß auf diese Art und Weise die Empfangsspannung maximierbar ist.

Zweckmäßigerweise ist die Koppelpule auf einen Ferritkern der üblichen, stabförmigen Bauart gewickelt, der als Spulenträger dient, um die Koppelpule im Bereich des Spaltes zwischen den beiden Ferritkörpern zu halten.

Da mehrere Ferritkörper vorgesehen sind, besteht auch die Möglichkeit, ohne Mehraufwand unterschiedliche Materialien als Ferritmaterialien einzusetzen, die sich zum Beispiel in Permeabilität und Verlustarmut unterscheiden. Durch geeignete Vorgabe solcher Materialien, kann das magnetische Nahfeld dieser Antennenstruktur so geformt werden, daß die im Spalt zwischen den Ferritkörpern zur Verfügung stehende Feldstärke maximiert wird, beispielsweise durch das Vermeiden von Verlusten, die, wie bei den vorbekannten Lösungen, nicht auszuschließen sind, wenn das Nahfeld der Antennenstruktur mit metallischen Bauteilen innerhalb der Uhr zusammenwirkt.

Die bei der Wahl verschiedener Ferritmaterialien möglicherweise entstehenden Strukturen und Toleranzen, die die Resonanzfrequenz der Antenne beeinflussen, können dabei, wie oben beschrieben, bei der erfindungsgemäßen Lösung beim Zusammenbau von Ge-

häuse und Elektronik durch Feinjustierung der Koppelspule im Spalt zwischen den beiden Ferritkörpern ausgeglichen werden, da dadurch die Induktivität des Empfangsschwingkreises und damit die Resonanzfrequenz durch die relativen Positionsveränderungen zwischen Spule einerseits und Spalt andererseits geringfügig veränderbar sind. Beim Zusammenbau der Uhr besteht somit bei diesem Fertigungsschritt eine einfache Möglichkeit des Abgleichs, beispielsweise mit Hilfe eines Dippers.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der erfindungsgemäßen Lösung sind weiteren Unteransprüchen entnehmbar.

Mehrere Ausführungsbeispiele einer erfindungsgemäßen Langwellenantenne für eine kleine Funkuhr werden nun anhand von Zeichnungen näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 und 2 zwei Prinzipdarstellungen der erfindungsgemäßen Antenne,

Fig. 3 eine Aufsicht auf ein Uhrengehäuse mit integrierter Langwellenantenne,

Fig. 4 eine Variante der in Fig. 1 dargestellten Antennenstruktur,

Fig. 5 einen Querschnitt durch die Funkuhr in der Ebene A-A der Fig. 3,

Fig. 6 eine Weiterbildung zum Empfang von zwei Sendern.

Fig. 1 zeigt das Grundprinzip der Antennenstruktur: Zwei Ferritkörper 10 und 20, die dem elektromagnetischen Feld der Langwelle ausgesetzt sind, dessen magnetischer Anteil, Magnetfeld H, dargestellt ist. Beide Formteile 10, 20 bilden an ihrer Stelle geringsten Abstandes einen Spalt S, in dessen Bereich ein wesentlich höheres Magnetfeld H_S (Fig. 2) herrscht, dargestellt durch die enger verlaufenden Feldlinien. In diesem Bereich des Spaltes S ist das Antennensignal mittels einer Koppelspule 30 abgreifbar und wird einer Empfangsschaltung E zugeführt.

Fig. 2 zeigt eine Variante der Antennenstruktur (ohne Darstellung der Koppelspule), bei der die Ferritkörper 10, 20 kleiner gehalten sind und im wesentlichen zur Definition des Spaltes S dienen. Zur Verstärkung des Magnetfeldes H_S im Spalt S dienen mit Ferritmaterien dotierte Gehäuseteile 40A, 40B, beim dargestellten Beispiel sind dies die als Bandanschlag dienenden Gehäusestirnseiten.

Die Wellenlänge λ des zu empfangenden Feldes liegt beim hier erläuterten Beispiel im klassischen Langwellenbereich (entsprechend der Frequenz des Zeitsenders). Entscheidend ist jedoch lediglich, daß mit der erfindungsgemäßen Antennenstruktur Felder mit ausreichender Feldstärke empfangen werden, deren Wellenlänge sehr viel größer als die Antennenlänge ist, andere Einsatzbereiche sind folglich auch denkbar.

Die verwendete Koppelspule 30 kann einen sehr geringen Durchmesser haben, da sie keine mechanischen Belastungen seitens der Antennenstruktur bzw. des Gehäuses aufnehmen muß; es ergibt sich daraus ein sehr geringer Materialverbrauch an Kupferdraht für die Wicklungen der Koppelspule 30.

Im folgenden wird eine konkrete Umsetzung des Erfindungsprinzips bei einer Funkuhr erläutert:

Fig. 3 zeigt einen Horizontalschnitt durch ein Uhrengehäuse 40, wobei nur auf der linken Seite ein doppelt schraffierter Randbereich 40A als Armbandanschluß ausgestaltet ist. Boden 44 und umlaufende Wandung 45 bilden in üblicher Weise einen flach zylindrischen Innenraum, in dem die mit "100" in der Schnittdarstellung der

Fig. 2 bezeichneten Antriebsteile für die Funkuhr im wesentlichen zentral angeordnet sind. Diese Antriebsteile 100, die die elektronischen Impulse der Empfangsschaltung der Funkuhr umsetzen in die zugehörige Zeigerbewegung, sind nicht Gegenstand der vorliegenden Erfindung und können beispielsweise gemäß der technischen Lehre der DE 35 10 861 A1 oder der DE 35 13 961 A1 gestaltet werden.

Über dem Boden 44 des Gehäuses 40 ist eine Trägerplatte 46 gehalten, die zur Aufnahme dieser Bauteile 100, aber auch zur Aufnahme einer weiteren Platte mit Elektronikauteilen zur Bildung der Empfangsschaltung dient. Letztere kann beispielsweise eine Leiterplatte 41 sein mit gedruckten Schaltungen und/oder diskreten Elektronikauteilen, wie z. B. Kondensator 32, Empfängereinheit 33, Empfängerquarz 34, Prozessor 35 und Uhrenquarz 36, sowie Leiterbahnen zur Verbindung dieser Komponenten, die aus der Empfangsspannung U_E die erforderlichen Steuersignale für die Antriebseinheiten 100 (Fig. 2) erzeugen.

Auf der Trägerplatte 46 befindet sich eine gabelähnliche Halterung 42, deren beide nach oben stehende Enden rinnenartig ausgebildet sind, so daß dort ein die Koppelspule 30 durchsetzender Spulenträger 31 gehalten ist. Zweckmäßigerweise ist der Spulenträger 31 aus Ferritmaterial und stellt sofern einen kurzen, stabähnlichen Ferritkern dar.

Beidseitig des Spulenträgers 31 sind beim Ausführungsbeispiel auf der Trägerplatte 46 zwei spiegelgleiche Ferritkörper 10 und 20 entlang der Wandung 45 des Gehäuses 40 angeordnet, deren zum Uhr-Innern zeigende Stirnflächen 10A, 20A im Bereich des Randes des Uhrgehäuses den Spulenträger 31 mit der Spule 30 zwischen sich einschließen. In Richtung zum gegenüberliegenden Rand des Uhrengehäuses nimmt der Abstand dieser gegenüberliegenden Stirnseiten 10A, 20A zu.

Nach außen zeigende Stirnseiten 10B, 20B der Ferritkörper 10, 20 sind formgleich mit der Innenform der Wandung 45 des Uhrgehäuses ausgebildet, so daß sich die in Fig. 1 dargestellte Form und Anordnung der beiden Ferritkörper 10, 20 ergibt, mit der Koppelspule 30 in dem zwischen den beiden Stirnflächen 10A, 20A an deren engster Stelle gebildeten Spalt S.

Die Koppelspule 30 bildet mit dem Kondensator 32 den Empfangsschwingkreis, über dem Kondensator 32 ist die Empfangsspannung U_E abgreifbar bzw. bildet die Eingangsspannung der Empfangs- und Steuerschaltung der Funkuhr.

Die Ferritkörper 10, 20 sind im Gehäuse 40 ortsfest gehalten, beispielsweise eingelegt, eingespritzt oder eingeklebt. Demgegenüber ist die Koppelspule 30 mit ihrer Halterung 42 auf der Trägerplatte und somit relativ zu den Ferritkörpern 10, 20 verschiebbar gehalten; beim Ausführungsbeispiel der Fig. 1 sind in der Halterung 42 senkrecht zur Uhrenlängsachse verlaufende, parallel angeordnete Langlöcher 43 eingebracht, in denen die Halterung 42 parallel zu den gegenüberliegenden Stirnseiten 10A, 20A der Ferritkörper 10, 20 verschiebbar ist.

Bei der Alternative gemäß Fig. 4 (gleiche Bezugszeichen entsprechen gleichen Bauteilen) ist die Orientierung der Langlöcher 43' parallel zur Spulenachse angeordnet. Außerdem taucht der Spulenträger 31' beidseitig in entsprechende Bohrungen 11', 21' der Ferritkörper 10', 20' ein, so daß die Position der Koppelspule 30' durch Verschiebung ihrer Halterung 42' bei dieser Variante ebenfalls geringfügig veränderbar ist.

Zur Verdeutlichung der Wirkung der erfindungsgemäßen Anordnung von Ferritkörpern 10, 20 und Kop-

pelspule 30 ist auch in der Darstellung der Fig. 4 das Magnetfeld H außerhalb der Funkuhr und das durch die Ferritkörper 10, 20 entsprechend "verdichtete" Magnetfeld H_s im Bereich des Spaltes S dargestellt, also dort, wo sich die Koppelspule 30 bzw. 30' befindet. Der lokale Verlauf der Feldlinien des Feldes H_s im Bereich der Koppelspule 30 bzw. 30' weist naturgemäß Inhomogenitäten auf, und die auf die Koppelspule 30/30' effektiv einwirkende Feldstärke, die letztlich den Betrag der Empfangsspannung U_E bestimmt, hängt folglich sowohl von der Wahl der verwendeten Materialien für die Ferritkörper 10, 20 als auch dem Material, vorzugsweise Ferritmateriale des Spulenträgers 31 ab. Entsprechendes gilt, wenn zusätzlich die Randbereiche 40A der Funkuhr wie in Fig. 2 und 3 dargestellt, ebenfalls aus ferritdotiertem Material hergestellt sind, so daß hier eine gewisse Verstärkung der Antennenfunktion erreicht werden kann. Da alle diese magnetischen Parameter als auch die mit der Positionierung der Spule zusammenhängenden mechanischen Parameter zwangsläufig Fertigungstoleranzen unterliegen, kann die Position der Koppelspule 30, 30' mit Hilfe der verschiebbaren Halterung 42, 42' so einjustiert werden, daß eine optimale Abstimmung des Empfangsschwingkreises und eine Maximierung der Eingangsspannung U_E durch einen einfachen Abgleichvorgang bei jeder Uhr erreichbar ist.

Fig. 6 zeigt eine weitere Ausgestaltung der erfundungsgemäßen Lösung, hier ist zur Auskopplung des Empfangssignals aus dem Spalt zwischen den beiden Ferritköpern ein überkritisch gekoppeltes Bandfilter 38 vorgesehen, so daß der dadurch gebildete Kreis zwei Resonanzfrequenzen f₁ und f₂ aufweist, die auf die Sendefrequenzen zweier Sender S₁ und S₂ abgleichbar sind. Die erfundungsgemäße Konzeption der baulichen Zuordnung von Elektronikbestandteilen zur Leiterplatte einerseits und der Ferritkörper zu den Gehäuseteilen andererseits ermöglicht auch hier eine einfache Justierung, wobei lediglich einfache Modifikationen der Leiterplatte erforderlich sind, wenn ein derartiger Zwei-Sender-Empfang gewünscht wird.

Patentansprüche

1. Ferrit-Langwellenantenne zum Einbau in eine kleine Funkuhr, unter Verwendung von Ferritmaterien und einer Spule mit Kondensator zur Bildung eines Empfangsschwingkreises, gekennzeichnet durch mindestens zwei, im Gehäuse (40) der Funkuhr gehaltene Ferritkörper (10, 20), die einen Spalt (S) mit erhöhter magnetischer Feldstärke zwischen sich einschließen, in dem die Spule (30) zur Einkoppelung des Antennensignals angeordnet ist.

2. Ferrit-Langwellenantenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Position der Koppelspule (30) im Gehäuse (40) der Funkuhr zur Maximierung der Empfangsspannung relativ zu den den Spalt (S) begrenzenden Stirnflächen (10A, 20A) der beiden Ferritkörper (10, 20) einstellbar ist.

3. Ferrit-Langwellenantenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Koppelspule (30) auf einen Spulenträger (31) gewickelt ist.

4. Ferrit-Langwellenantenne nach Anspruch 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ferritkörper (10, 20) im Gehäuse (40) ortsfest integriert, zum Beispiel platten- oder scheibenähnlich eingelegt oder eingespritzt sind.

5. Ferrit-Langwellenantenne nach Anspruch 1, da-

durch gekennzeichnet, daß zum Empfang mindestens eines weiteren Senders die Auskopplung des Empfangssignals vom Spalt (S) zur Empfangsschaltung (33) über ein überkritisch gekoppeltes Bandfilter (38) erfolgt.

6. Ferrit-Langwellenantenne nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zumindest Bereiche des Gehäuses (40) mit Ferrit dotiert sind, die an die beiden Ferritkörper (10, 20) derart angrenzen, daß die Feldstärke des Magnetfeldes im Spalt (S) erhöht wird.

7. Ferrit-Langwellenantenne nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ferritkörper (10, 20) sich bogen- oder sichelförmig am Rand des Gehäuses (40) erstrecken.

8. Ferrit-Langwellenantenne nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kanten der Stirnflächen (10A, 20A) im Bereich des Spaltes (S) parallel zueinander verlaufen und mit zunehmender Entfernung vom Spalt der Abstand dieser Stirnflächen sich vergrößert.

9. Ferrit-Langwellenantenne nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Koppelspule (30) senkrecht zur Verbindungsachse (X-X) zwischen den Stirnflächen (10A, 20A) oder parallel zu dieser verschiebar gehalten ist.

10. Ferrit-Langwellenantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Koppelspule (30) und Ferritkörper (10, 20) auf der Leiterplatte (41) gehalten sind, auf der sich auch die elektronische Empfangsschaltung der Funkuhr befindet.

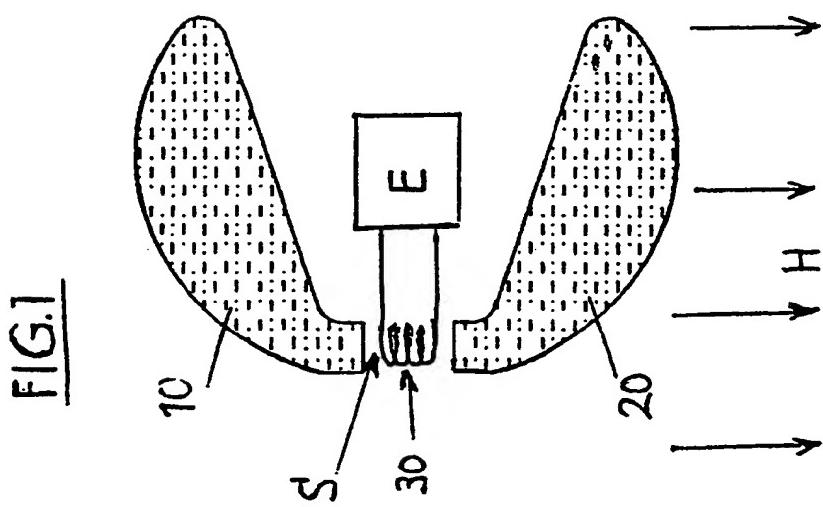
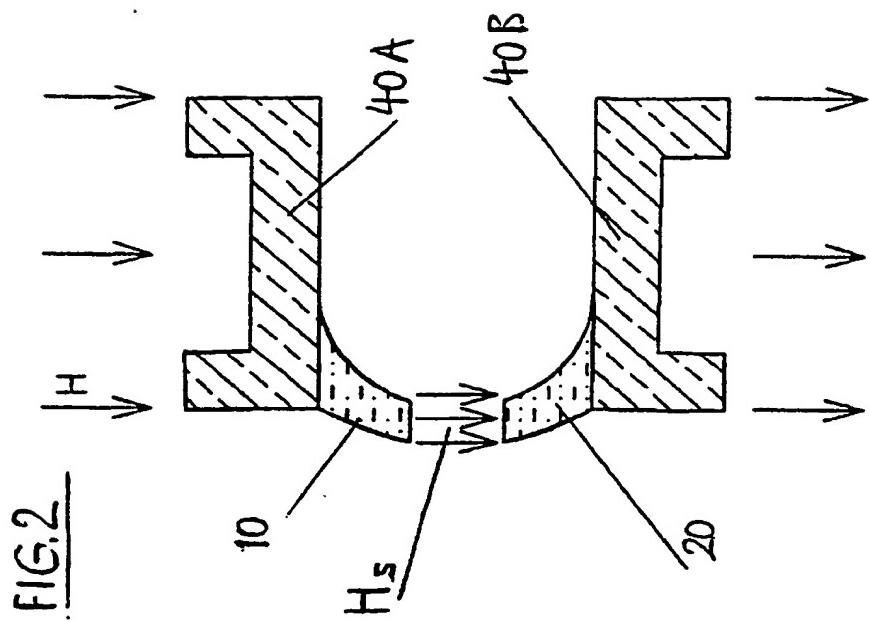
11. Ferrit-Langwellenantenne nach Anspruch 3 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Spulenträger (31) sich beidseitig aus der Koppelspule (30) bis zu den Stirnflächen (10A, 20A) erstreckt.

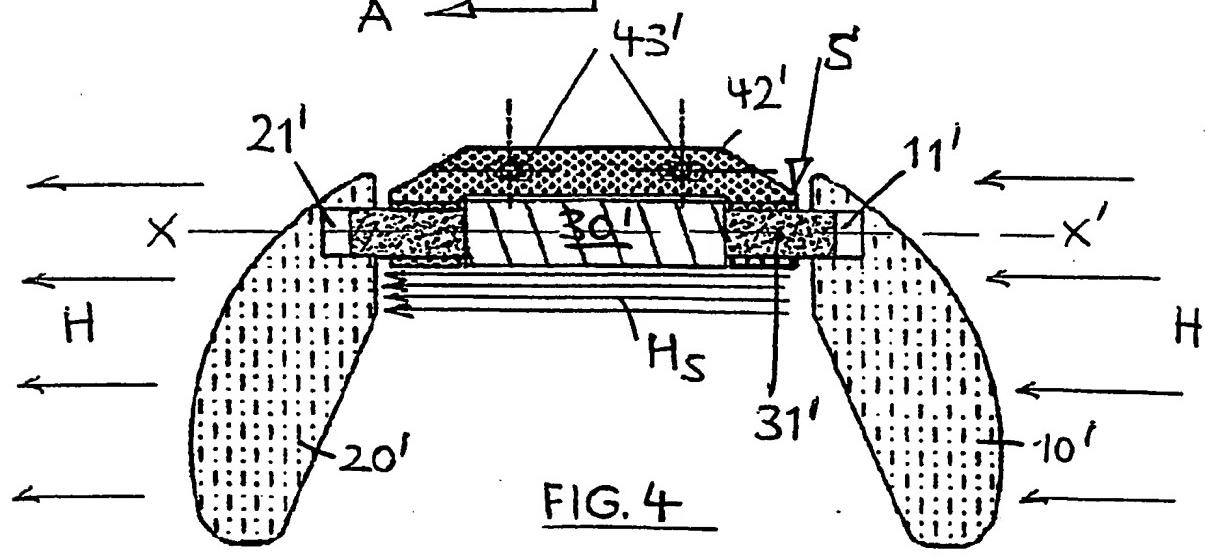
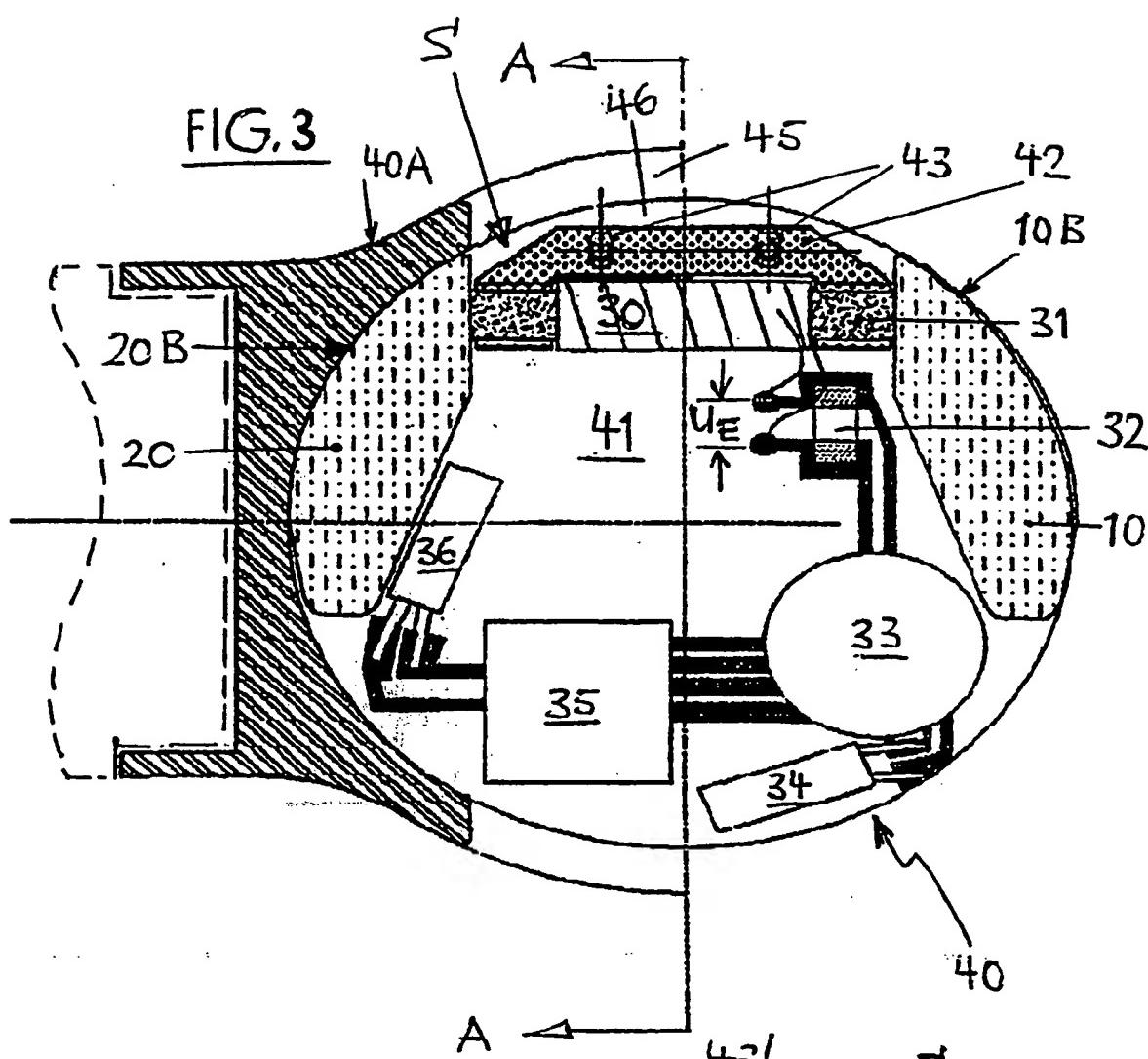
12. Ferrit-Langwellenantenne nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der Spulenträger (31) an seinen Enden gabelartig von einer Halterung (42) umfaßt und getragen ist, die in der Leiterplatte (41) verschiebar und arretierbar gehalten ist.

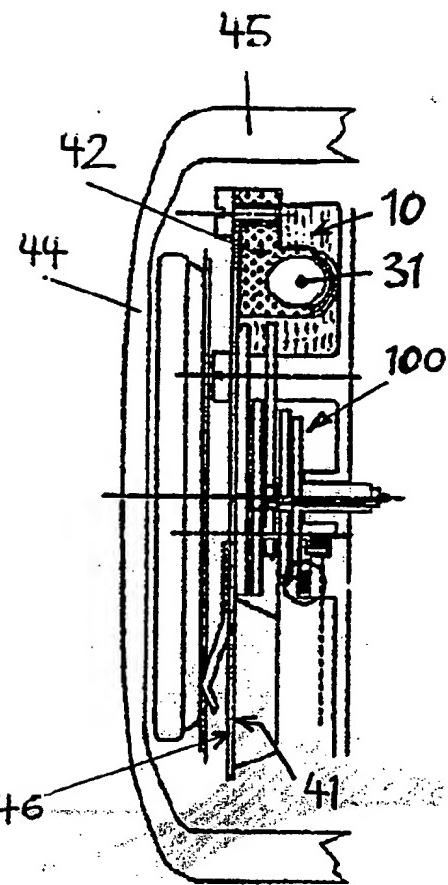
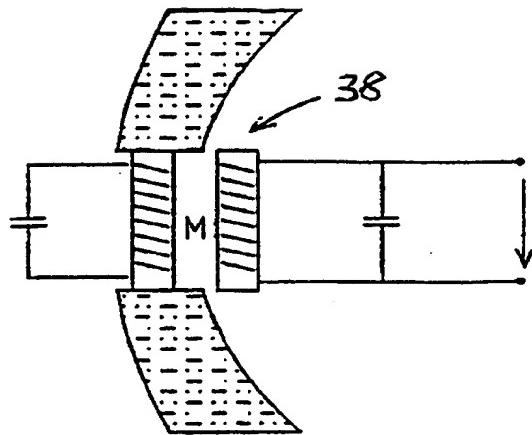
13. Ferrit-Langwellenantenne nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Materialien von Spulenträger (31), Ferritkörper (10, 20) und ferrit-dotierten Randbereichen (40A) derart aufeinander abgestimmt sind, daß die von der Spule (30) im Spalt (S) ausgekoppelte Empfangsspannung maximiert ist.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -





FIG. 6FIG. 5